

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

03500.018031



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Takako YAMAGUCHI et al.)
Application No.: 10/779,786)
Filed: February 18, 2004)
For: PHOTOMASK FOR NEAR-FIELD EXPOSURE,) June 16, 2004
NEAR-FIELD EXPOSURE METHOD, AND)
NEAR-FIELD EXPOSURE APPARATUS)

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT


Sir:

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is one certified copy of the following foreign application:

JAPAN 2003-042090, filed February 20, 2003.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C., office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicants
Steven E. Warner
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200
SEW/eab

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 0 日
Date of Application:

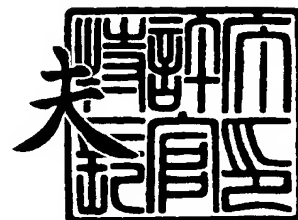
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 4 2 0 9 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 4 2 0 9 0]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 3 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 252328

【提出日】 平成15年 2月20日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 近接場露光用フォトマスク

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【氏名】 山口 貴子

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【氏名】 黒田 亮

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

【氏名又は名称】 キャノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100090538

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 近接場露光用フォトマスク

【特許請求の範囲】

【請求項1】 支持体と、該支持体に支持され、微小開口を有する遮光膜を一方の面に設けたメンブレン部分とを有する近接場露光用フォトマスクにおいて、メンブレン部分が撓む際に、メンブレン部分と支持体との境界に生じる応力を緩和する構造を有していることを特徴とする近接場露光用フォトマスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は微細パターン作製を可能にする近接場露光技術において、近接場露光用フォトマスクに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体メモリの大容量化やCPUプロセッサの高速化・大集積化の進展とともに、光リソグラフィーのさらなる微細化は必要不可欠のものとなっている。一般に光リソグラフィー装置における微細加工限界は、用いる光の波長程度である。このため、光リソグラフィー装置に用いる光の短波長化が進み、現在は紫外線レーザーが用いられ、 $0.1\mu\text{m}$ 程度の微細加工が可能となっている。

【0003】

このように微細化が進む光リソグラフィーであるが、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の微細加工を行うためには、レーザーのさらなる短波長化、その波長域でのレンズ開発等解決しなければならない課題も多い。

【0004】

一方、光による $0.1\mu\text{m}$ 以下の微細加工を可能にする手段として、近接場光学顕微鏡（以下SNOMと略す）の構成を用いた微細加工装置が提案されている。例えば、 100nm 以下の大きさの微小開口から滲み出るエバネッセント光を用いてレジストに対し、光波長限界を越える局所的な露光を行う装置である。

【0005】

しかしながら、これらのSNOM構成のリソグラフィー装置では、いずれも1本（または数本）の加工プローブで一書きのように微細加工を行っていく構成であるため、あまりスループットが向上しないという問題点を有していた。

【0006】

これを解決する方法として、近接場が遮光膜間から滲み出るようなパターンを有したフォトマスクを、基板上のフォトレジストに密着させて露光し、フォトマスク上の微細パターンを一度にフォトレジストに転写する、という方法が特許文献1で提案されている。

【0007】

【特許文献1】

特開平11-145051号

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上記近接場を用いた露光方法は、露光用の光の波長よりも非常に小さな、数10nm程度の微細パターン作製が可能であるが、そのために上記特許文献1では、フォトマスクにメンブレン部分を作製し、圧力によってこれを撓ませてフォトレジストに近接場領域まで近接させて露光を行う方法が提案されている。

【0009】

図11を用いて、露光パターン101を有する遮光膜102と、メンブレン母材103とからなるメンブレン部分104を有するフォトマスク（図11（a））として、図11に示す構造のフォトマスクを用いた露光について説明する。

【0010】

光の回折限界を越える微細構造作製が可能な近接場露光のメリットを活かすために、露光時には、露光パターン101をフォトレジスト107に近接場領域（露光パターンの大きさにもよるが、おおよそ100nm以下）にまで近接させる必要がある。従って、露光時はメンブレン部分104を撓ませることによってフォトレジストに露光パターンを密着させた状態とする（図11（b））。

【0011】

露光のために、メンブレン部分をレジストへ密着、剥離を繰り返していると、

メンブレン部分が破れてフォトマスクが使えなくなってしまうことがある。メンブレン部分が破れるときは、支持体との境界部分 106 で破れていることが殆どであった。これは、支持体 105 とメンブレン部分 104 との境界部分 106 には、メンブレン部分 104 が撓むことによってできる応力が局所的に集中してしまふことが考えられる。

【0012】

マスク撓みにより応力がメンブレン部分にどのようにかかるかをシミュレーションした結果を図 10 に示す。図 10 中、横軸はメンブレン中心からの距離、縦軸はメンブレン内に生じる引っ張り応力を表している。メンブレン部分は $\phi 10$ mm として計算した。

【0013】

図 10 と図 11 から明らかなように、メンブレンにかかる力は図 11 での境界部分 106 に集中しており、また、密着させようとする面積が広くなればなるほど、メンブレンにかかる力の大きさと集中度が増す。従って、より大面積にわたって露光パターンを作製し、密着面積を広げようとすればするほど、メンブレンの耐久性に問題がでてくることが予想される。

【0014】

また、メンブレンにかかる力の大きさは、撓む前のマスクレジスト間距離に依存しており、この距離が大きいほどメンブレンにかかる力の大きさが大きくなる。メンブレンにかかる力を少なくし、フォトマスクの耐久性をあげるためには、この距離を小さくすれば良いが、小さい距離を精度よくコントロールするには精密な垂直移動ステージが必要になる。例えば、ステッパ露光装置においてステップ・アンド・リピート方式で露光を行うとき等、フォトマスクとフォトレジストの相対位置を短時間で変えて露光するので、過度に位置精度を上げることは時間がかかり好ましくない。また、ステージのコストもかかる。このように、マスクレジスト間の距離精度を高くすること、言い換えれば撓み前のマスクレジスト間距離を小さくすることは困難であった。

【0015】

本発明は、メンブレン部分を有する近接場露光用フォトマスクを用いて大面積

に露光を行うときでも破れにくく耐久性がよい近接場露光用フォトマスクを提供することを目的とする。

【0016】

さらに、マスキレジスト間の距離が大きくてもメンブレン部分の耐久性が良い近接場露光用フォトマスクを提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明では、次の（１）～（１８）のように構成した近接場露光用フォトマスクを提供する。

（１）支持体と、該支持体に支持され、微小開口を有する遮光膜を一方の面に設けたメンブレン部分とを有する近接場露光用フォトマスクにおいて、メンブレン部分が撓む際に、メンブレン部分と支持体との境界に生じる応力を緩和する構造を有していることを特徴とする近接場露光用フォトマスク。

（２）前記構造が、支持体との境界におけるメンブレン部分の変形をメンブレン部分側に分散する構造である１記載の近接場露光用フォトマスク。

（３）前記構造が、メンブレン部分と支持体との境界に接するメンブレン部分に肉厚部を設けた構造である２に記載の近接場露光用フォトマスク。

（４）前記構造が、メンブレン部分と支持体との境界に近づくにつれて、メンブレン部分の厚さを厚くした構造であることを特徴とする、２記載の近接場露光用フォトマスク。

（５）前記構造が、メンブレン部分と支持体との境界に近づくにつれて、前記遮光膜の厚さを厚くした構造である２記載の近接場露光用フォトマスク。

（６）前記構造が、メンブレン部分と支持体との境界に配置された補強材である１に記載の近接場露光用フォトマスク。

（７）前記補強材が、メンブレン部分の遮光膜側に配置されている６記載の近接場露光用フォトマスク。

（８）前記構造が、支持体とメンブレン部分の間に形成され、メンブレン側に伸びた中間層である２記載の近接場露光用フォトマスク。

（９）前記構造が、支持体との境界におけるメンブレン部分の変形を支持体側に

分散する構造である 1 記載の近接場露光用フォトマスク。

(10) 前記構造が、メンブレン部分と支持体との境界に近づくにつれて、支持部の厚さを薄くした構造であることを特徴とする、9 記載の近接場露光用フォトマスク。

(11) 前記構造が、メンブレン部分の撓みによる垂直変位を 2 以上の箇所に分離する構造である 1 記載の近接場露光用フォトマスク。

(12) 前記構造が、メンブレン部分と支持体との境界に沿って支持体の外側に形成された変形可能な凹部である 1 1 記載の近接場露光用フォトマスク。

(13) 前記凹部に、支持体とは異なる材質を充填した 1 2 記載の近接場露光用フォトマスク。

(14) 前記構造が、メンブレン部分と支持体との境界に沿って支持体の外側に形成された可動部である 1 1 記載の近接場露光用フォトマスク。

(15) メンブレン部分が撓む際に、可動部が支持体を変位させることによってメンブレン部分を垂直に変位させる 1 4 記載の近接場露光用フォトマスク。

(16) 可動部によるメンブレン部分の垂直変位量が、メンブレン部分の撓み量より大きい 1 5 記載の近接場露光用フォトマスク。

(17) 可動部が弾性ヒンジ構造である 1 4 記載の近接場露光用フォトマスク。

(18) 可動部が板ばねである 1 4 記載の近接場露光用フォトマスク。

【0018】

【発明の実施の形態】

本発明では、マスクをレジストに密着させる過程でメンブレン部分が撓み変形を生じたときに、メンブレンと支持体の境界部という狭い個所に応力が集中してしまうのを防ぎ、応力を緩和させる構造をマスクにもたせる。この応力集中緩和構造は、次の 2 つのいずれか、あるいは両方の効果が得られるように作製する。

【0019】

一つめは、応力がかかる領域を広げ、応力を分散することである。従来の構造では、支持体は変形を受けず、メンブレン部分が支持体との境界いっぱいまで変形し得る構造になっていたので、メンブレンの境界部分 106 (図 11 (b)) に変形が集中し、その狭い範囲に応力が集中してしまう。メンブレンの変形を分

散せ、緩やかにすることにより、応力のかかる領域を広げることができ、単位面積あたりの歪エネルギーが低下する。その結果、マスクの耐久性をあげることができる。

【0020】

変形の分散、あるいは応力の分散は、支持体とメンブレン部分の境界から、メンブレン側に分散させる方法と、支持体側に分散させる方法がある。

【0021】

二つめは、応力がかかる領域を2ヶ所以上に分け、応力を分離することである。狭い範囲に応力が集中してしまうと、メンブレンの境界部分106（図11（b））の変形が急激になる。応力のかかる領域を複数設けてやれば、メンブレンの変形は段階的となり、1箇所ごとの応力値は低下する。狭領域に集中していた応力を分離させることによって、マスクの耐久性をあげることができる。

【0022】

具体的には、支持体に可動部を設け、マスクの撓み変形の1部をこの可動部の変位で置き換える。可動部は、支持体をメンブレンの面に垂直な方向に変位させ、その結果、支持体に固定されたメンブレン部分も垂直に変位する。それによって、マスクとレジストとの密着に要するメンブレンの撓み量が少なくてすみ、応力が緩和される。

【0023】

この構造により、撓み前のマスクーレジスト間の距離を大きく取ることができ、マスクの耐久性が上がると同時に、マスクーレジスト間の距離制御に要求される機械精度を低下させることができるため、スループットの向上も望める。また、大面積への対応も期待できる。

【0024】

以下に本発明のフォトマスクについて、より具体的な例を挙げて説明する。

【0025】

【実施例】

〔実施例1〕

（メンブレン周囲支持体側に応力集中緩和構造を作製）

本発明の第1の応力分散構造を、図1(a)に示す。図1(a)は、応力分散構造である補強材がメンブレン周囲に作製されている近接場露光用フォトマスクである。

【0026】

まず、フォトマスクの作製方法を図2に示し、以下に説明する。

(1) フォトマスク支持体105に、メンブレン母材201を成膜する(図2(a))。

(2) 支持体105の片面のメンブレン母材201を、メンブレン部分作製の際のエッチングマスクとなるよう、位置合わせを行い、パターンニングを行う(図2(b))。

(3) パターンニングを行っていない側に遮光膜202を成膜する(図2(c))。

(4) 段差構造のない遮光膜部分を加工し、微細パターンなど、露光の元となる、露光パターン101を作製する(図2(d))。

(5) 図2(b)で作製したパターンニングしてあるメンブレン母材をマスクとして支持体105をエッチングすることによって、メンブレン部分104を作製する(図2(e))。

上記では、支持体105をエッチングし、メンブレン部分104を作製する工程を最後としたが、この工程は決まっているわけではない。遮光膜を作製する前に行ってもよいし、遮光膜成膜後段差構造作製前に行ってもよい。

(6) 最後に、メンブレン部分周囲に応力緩和構造である補強材108を作製する。

【0027】

露光を行う時のメンブレン部分104を撓ませる際の境界部分106の変形が急激にならず、図1(b)のように緩やかになるよう、補強材の材質や厚さを調整する。例えば、高粘度ポリマーやゲルをメンブレン周囲のみにスポイトやスピコーター、蒸着機を用いて形成する、金属を斜め蒸着することでメンブレン周囲のみに形成するという方法でも、補強材108が作製できる。

【0028】

以上のようにして作製した近接場露光用フォトマスクを用い、フォトレジスト 107 に密着させるためにメンブレン部分 104 を撓ませると、図 11 (b) では境界部分 106 は急激な変形だったのが、支持体との境界に接しているメンブレン部分 104 が応力緩和構造 108 に支持され、図 1 (b) のように緩やかな変形となる。メンブレン部分にかかる応力が境界の内側 (メンブレン側) の応力緩和部分 109 に分散されたため、フォトマスクの耐久性が向上した。

【0029】

〔実施例 2〕

(支持体膜厚変化)

本発明の第 2 の応力分散構造を図 3 (a) に示す。図 3 (a) は、応力分散構造がメンブレン周囲の支持体の厚さ変化によって形成されている近接場露光用フォトマスクである。支持体の厚さは、メンブレンとの境界に近いところで薄くする。

【0030】

図 3 (a) の構造は、図 2 とほぼ同様に作製することができる。異なる部分は、図 2 (e) 以降で、図 2 (e) の代わりにメンブレン作製時の支持体エッチングを、二段階のドライエッチングとすることで実現することができる。一段階目のドライエッチング深さによって、支持体段差を調整することができる。また、一段階目と二段階目のドライエッチング面積の大きさによって、支持体段差領域を調整することができる。

【0031】

支持体段差とその領域を調整することにより、応力集中緩和の程度を調整する。

【0032】

メンブレン部分を撓ませると、メンブレン周囲の薄く形成された支持体がメンブレン部分につれて撓む。マスク母材部分が支持体段差によって支持されるため、すなわち、本実施例では、メンブレン部分と支持体との境界から、支持体側の薄肉の応力緩和部分 301 に応力が分散されるためにメンブレン部分の急激な変形が緩和される。このため、フォトマスクの耐久性が向上した。

【0033】

また、本実施例は、応力緩和構造である支持体段差領域が支持体と一体となっていることで、フォトマスクの撓みを繰り返すことによるずれによって、応力緩和構造が変化し、露光精度が落ちる、マスク破壊となる、といった危険性が回避できる。

【0034】

本実施例の応力分散構造の変形例を図3（b）に示す。図3（b）は、応力分散構造がメンブレン周囲の支持体の連続的な厚さ変化によって形成されている近接場露光用フォトマスクである。

【0035】

図3（b）の構造も、図2とほぼ同様に作製することができる。異なる部分は、図2（e）以降で、図2（e）の代わりにメンブレン作製時の支持体エッチングを、等方性のエッチングとすることで実現することができる。支持体としてSiを用いる場合は、例えばエッチャントとしてフッ酸、硝酸、酢酸の混合液を用い、ウェットエッチングを行うことにより図3（b）の構造が作製できる。エッチングの曲率は、上記3種のエッチャントの混合比を変えることにより調整する。

【0036】

メンブレン部分を撓ませると、メンブレン周囲の支持体105の厚さがメンブレン部分に近づくにつれてだんだんと薄くなっているため支持体が緩やかに撓み、これに支持されているメンブレン周囲のメンブレン母材103も緩やかに撓む。実施例2と同様に応力緩和部分301に応力がより分散されるためにメンブレン部分の急激な変形が緩和される。このため、フォトマスクの耐久性がより向上した。

【0037】

本実施例も、応力緩和構造である支持体段差領域が支持体と一体となっていることで、フォトマスクの撓みを繰り返すことによるずれによって、応力緩和構造が変化し、露光精度が落ちる、マスク破壊となる、といった危険性が回避できる。

【 0 0 3 8 】

さらに、ウェットエッチングを用いてメンブレン部分 1 0 4 と応力緩和構造を一度に作製するために、マスク作製工程が減り、マスク作製においてスループットが向上する。

【 0 0 3 9 】**〔実施例 3〕**

実施例 2 は、フォトマスク支持体の厚さ変化を応力緩和構造としているが、本実施例は、第 3 の応力分散構造として、メンブレン部分の厚さを、支持体との境界近くで厚くする。

【 0 0 4 0 】

図 3 (c) は、メンブレン母材 3 0 2 の厚さをメンブレン周囲のみ厚くするものである。

【 0 0 4 1 】

図 3 (d) は、メンブレンと支持体の間に中間層 3 0 3 を設け、メンブレン周囲部分を段階的に支持できるようにするものである。いずれの応力緩和構造によっても、メンブレン部分と支持体の境界より内側（メンブレン側）のメンブレンの厚さの厚い部分が応力緩和部分 3 0 1 になり、その領域に変形が分散し、メンブレン部分の急激な変形が緩和され、応力が分散される。このため、フォトマスクの耐久性が向上する。

【 0 0 4 2 】**〔実施例 4〕**

実施例 3 では、メンブレン母材 3 0 2 の肉厚部分および中間層 3 0 3 をメンブレンの厚さを厚くした部分を、遮光膜とは逆側に形成したが、遮光膜側に形成することもできる。本発明の第 4 の応力分散構造であるこのフォトマスクの構成を図 4 (a) に示す。図 4 (a) は、メンブレン部分の遮光膜側に段差構造 4 0 1 を設け、支持体との境界付近のメンブレンの厚さを厚くしたものである。

【 0 0 4 3 】

本実施例のフォトマスクの作製プロセスを図 5 に示す。

(1) まず、フォトマスク支持体 1 0 5 に、メンブレン母材 2 0 1 を成膜する（

図5 (a))。

(2) 支持体105の片面のメンブレン母材201を、メンブレン部分作製の際のエッチングマスクとなるよう、位置合わせを行い、パターンニングを行う(図5 (b))。

(3) パターンニングを行っていない側に遮光膜202を成膜する(図5 (c))。

(4) 遮光膜202の上に、段差構造401となるものを成膜する。この段差構造とは、遮光膜との段差が付き、レジストとの剥離性の良いものであれば何でも良いが、金属を用いることでプロセスが容易になる。例えば、Cr、Ag、Au、Ta、Alなどが挙げられる。段差構造401上にレジストを塗布し、通常露光機による露光、現像を行うことで、メンブレン部分104よりも内側に伸びたレジスト構造物を作製する。段差構造の材料となるものを蒸着し、レジストをリムーブすることで、段差構造401を形成する(図5 (d))。

(5) 段差構造のない遮光膜部分を加工し、微細パターンなど、露光の元となる、露光パターン101を作製する(図5 (e))。

(6) 図5 (b) で作製したパターンニングしてあるメンブレン母材をマスクとして支持体105をエッチングすることによって、メンブレン部分104を作製する(図5 (f))。

【0044】

上記では、支持体105をエッチングし、メンブレン部分104を作製する工程を最後としたが、この工程順は決まっているわけではない。遮光膜を作製する前に行ってもよいし、遮光膜成膜後段差構造作製前に行ってもよい。

【0045】

このフォトマスクを用いて、露光のためにメンブレン部分104を撓ませてフォトレジスト107に露光パターン101を近づけていく(図4 (b))。すると、段差構造401によってメンブレン部分の変形は2段階となり、境界部分106だけに集中していた応力が応力緩和部分402に分散する。

【0046】

遮光膜部分に段差をつけることにより、メンブレン部分の撓みによる応力集中

を緩和する構造を取ったことで、フォトマスクの耐久性が向上した。

【0047】

上の例では、遮光膜とは別の金属膜によって段差構造 401 を作製したが、遮光膜 102 の厚さを図 4 の構造となるよう変化させることによって作製してもよい。この構造は、遮光膜成膜を二段階とすることで作製できる。遮光膜 102 と段差構造 401 とを一体として作り込むことにより、密着剥離を繰り返す際に段差構造 401 と遮光膜 102 との間に剥がれが生じる危険性を防ぐことができる。

。

【0048】

〔実施例 5〕

本発明の第 1 の応力分離構造を図 6 (a) に示す。図 6 (a) は、応力分離構造として、メンブレン周囲をとりまく支持体のさらに外側に、応力緩和用のメンブレン部分が形成されている近接場露光用フォトマスクである。

【0049】

図 6 (a) の構造は、図 2 とほぼ同様に作製することができる。図 2 (b) のメンブレン作製のためのマスクを作製する際に、メンブレン周囲にも応力緩和用メンブレンを作製できるように、マスクパターンを形成する。図 2 (e) においてエッチングを行うことによって、図 6 (a) の構造が作製できる。

【0050】

応力緩和用メンブレンは、被露光面に密着するメンブレン部分 104 の周囲の支持体のさらに外側に、支持体をとりまくように形成される。露光時に露光パターンをフォトレジストまで密着させるときに、メンブレンの撓みは、応力緩和用メンブレンと露光パターンのあるメンブレンとに分離して生じ、その結果、応力も分けることができる。応力を分離することができたため、メンブレン部分の急激な変形が緩和され、フォトマスクの耐久性が向上した。

【0051】

また、応力緩和用メンブレンは、露光パターンのあるメンブレン部分 104 作製時に同時に作製することができるため、マスク作製においてスループットが向上する。

【0052】

(変形例1)

図6 (b) のように、応力分離用メンブレンをつくるために周囲の支持体105部分に作製された穴を、支持体105とは異なる材料によって穴埋めしてもよい。

【0053】

図6 (b) の構造は、図6 (a) とほぼ同様に作製することができる。図6 (a) の構造を作製した後にメンブレン周囲に作製された穴に対して穴埋めしても良いが、ハンドリング時に与える衝撃によってメンブレン部分が壊れてしまう危険性を回避するために、メンブレン部分のエッチングを最後に行い、メンブレン周囲の支持体105部分の穴を先にエッチングによって作製し、その部分に対して支持体105のヤング率より小さなヤング率を有する材料によって穴埋めを行うと良い。

【0054】

支持体105のヤング率より小さなヤング率を有する材料として、レジストのような有機物や、高粘度ポリマーやゲル、金属、を用いることができる。これらは流し込む、蒸着する、等の方法を用いて穴埋めをすることができる。

【0055】

穴埋めをすることによって作製された詰め物構造304の部分が、支持体105部分よりも弾性定数が低くなるよう、材質と厚さを調整する。

【0056】

メンブレン周囲に詰め物構造304があることによって、露光時に露光パターンをフォトレジストまで密着させるときに、詰め物構造304と露光パターンのあるメンブレンとに応力を分けることができる。応力を分離することができたため、メンブレン部分の急激な変形が緩和され、フォトマスクの耐久性が向上した。

【0057】

(変形例2)

この詰め物構造304はメンブレン部分104周囲の露光パターン101のな

いところに作製してもよい（図 6（c））。この場合穴埋め材料は、露光用光に対する透過率が低いものとする。穴埋め材料が露光用光を通す場合には、その露光パターンが、作製しようとするデバイス性能に影響を与えないような場所に穴を作製する。

【0058】

この場合、メンブレンを撓ませる圧力制御に影響を大きく与えない程度の気体の漏れであれば、穴に詰め物をしなくてもよい。

【0059】

このような構造とすることで、メンブレン部分の変形を、境界部分 106 と応力緩和部分 301 に分けることができる。応力を分離することができたため、メンブレン部分の急激な変形が緩和され、フォトマスクの耐久性が向上した。

【0060】

〔実施例 6〕

本発明の第 2 の応力分離構造の例を図 7（a）に示す。図 7（a）はフォトマスクの支持体 105 の周囲に可動部を設けこれを応力分離構造とした例である。可動部は、弾性体、機械的可動機構、電気的可動機構などで形成できるが、ここではマイクロマシンプロセスを利用して、マスク基板の周囲に弾性ヒンジ構造 601 を作り込んだ。可動部は、さらに外側の支持体 604 によって支持されている。

【0061】

弾性ヒンジ構造 601 は、気圧差、流体圧、静電力、電磁力などの力を加えることによって弾性変形し、支持体を被露光面に対して垂直の方向に変位させる。弾性ヒンジ構造の上下両側に気圧差を与えて変形させてもよい。

【0062】

このフォトマスクを用いて露光を行うときは、弾性ヒンジ構造 601 を変形させ、支持体とメンブレン部分 104 を全体的に被露光面に近づけ（図 7（b））、さらに圧力差などを利用することによりメンブレン部分 104 を撓ませ（図 7（c））、露光パターン 101 をフォトレジスト 107 に密着させ露光を行う。

【0063】

露光後は、圧力差などを元に戻して（或いは逆の値になるようにしてから）メンブレン部分 104 の撓みを取り除いてから弾性ヒンジ構造 601 を駆動させることによって初期状態（図 7（a））とすることができる。

【0064】

あるいは、メンブレン部分を、マスク両面の気圧差によって撓ませ、それと同時に弾性ヒンジ構造にも同じ気圧差を与えて変形させてもよい。

【0065】

弾性ヒンジ構造 601 の変形によって支持体が垂直下方向に移動するので、メンブレン部分も同じく下に移動する。変形前は大きく離れていたメンブレンと被露光面が、この移動によって近づくので、メンブレン部分が被露光面に密着するのに必要な撓み量は、弾性ヒンジ構造がない場合に比べて小さくてすむ。

【0066】

このように、図 7（a）の変形前の状態では大きく離れていたマスクレジスト間の距離を、可動部の変形によって、支持体とそれと一緒に動くメンブレン部分を図 7（b）のように移動させた。この移動量を、図 7（c）において①で示す。この結果、マスクレジスト間の距離が②で示してある大きさまで小さくなった。メンブレン部分は②の撓みが生じるだけですむので、可動部がない場合に比べて応力が緩和される。

【0067】

メンブレン部分 104 の撓み量が応力緩和部分 602 を有することにより低減することができたので、メンブレンの境界部分 603 にかかる応力を低減することができた。図 11 において境界部分 106 に集中してしまう応力を、図 7 中の、応力緩和部分 602 と境界部分 603 とに分離したため、フォトマスクの耐性が向上した。

【0068】

また、メンブレン部分 104 とは弾性ヒンジ構造 601 を介してつながっている外側の支持体 604 を、マスクレジスト間距離を調整するためのステージに固定することで、支持体 604 とフォトレジスト 107 との距離を大きく離れたまま、マスクとレジストとの相対位置を変化させることができたので、安価なス

テージが使用できるというメリットが生じた。

【0069】

可動部として、リン青銅等の平行板バネ702（図8（b））、板バネ703（図8（c））を、内側支持体105と外側支持体604の間に接合して用いても良い。ばね702、703など、外部駆動機構がないものは、メンブレン部分104を撓ませるための圧力差を変形に利用してもよい。ばね702、703は、メンブレンのように薄くする必要はないので、弾性量を調整して、メンブレン部分104よりも大きく撓むようにすることもできる。

【0070】

〔実施例7〕

上記の実施例6ではメンブレンマスクレジスト間距離の一部を低減させ、それによってメンブレン部分の応力を分離する可動部として、マイクロマシンによる弾性ヒンジ構造を用いたが、図8（a）のアクチュエーター701を用いてもよい。アクチュエーターとしては、静電タイプ、磁気力タイプ、圧電タイプのもを用いてもよいし、リニアモータやピエゾ機構を用いてもよい。

【0071】

モーターやピエゾ機構など、外部駆動機構があるものはそれを駆動させることでマスク上の露光パターン101とフォトリジストとの距離を近づけてからメンブレン部分104を撓ませる。

【0072】

上記7つの実施例に示されている方法を、それぞれ組み合わせることによって、フォトマスクの耐久性を向上することができる。このときは、それぞれの応力集中部分が異なるところとなるように注意する。

【0073】

例えば、支持体部分に段差構造を作製し、さらにその段差構造部分に切れ目構造を作製することもできる（図9（a））。また、段差構造401を作製し、さらに弾性ヒンジ構造601を作り込んでも良い（図9（b））。

【0074】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、メンブレン部分を有する近接場露光用フォトマスクにおいて、応力緩和構造を作製することにより、メンブレンと支持体との境界である局所部分に集中していた応力を緩和することができたため、フォトマスクの耐久性が上がった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施例 1 に記載のフォトマスクの構成を示す図

【図 2】

実施例 1 に記載のフォトマスクの作製プロセスを示す図

【図 3】

実施例 2、3 に記載のフォトマスクの構成を示す図

【図 4】

実施例 4 に記載のフォトマスクの構成と動作を示す図

【図 5】

実施例 4 に記載のフォトマスクの作製プロセスを示す図

【図 6】

実施例 5、6 に記載のフォトマスクの構成を示す図

【図 7】

実施例 7 に記載のフォトマスクの構成と動作を示す図

【図 8】

実施例 7 に記載のフォトマスクの構成を示す図

【図 9】

実施例 7 に記載のフォトマスクの構成を示す図

【図 10】

メンブレン部分にかかる応力のシミュレーション結果

【図 11】

従来のフォトマスクの構造と動作を示す図

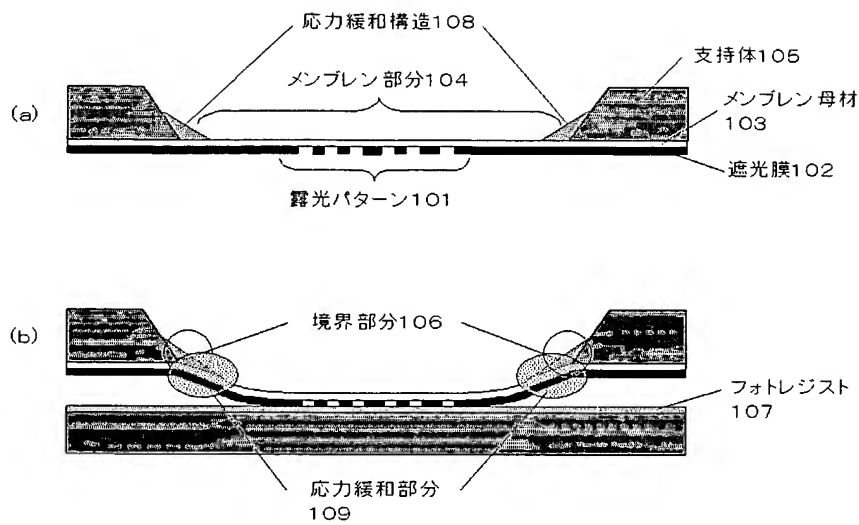
【符号の説明】

101 露光パターン

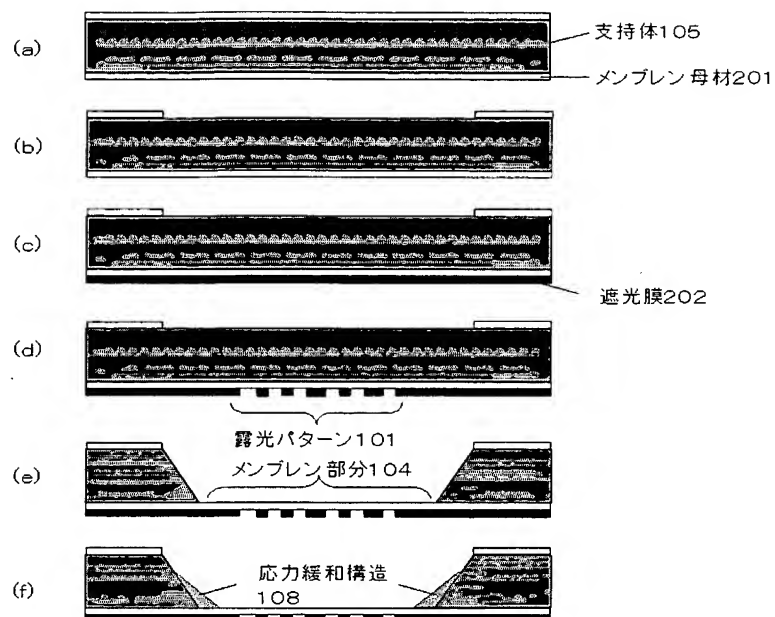
- 1 0 2 遮光膜
- 1 0 3 メンブレン母材
- 1 0 4 メンブレン部分
- 1 0 5 支持体
- 1 0 6 境界部分
- 1 0 7 フォトレジスト
- 1 0 8 応力集中緩和構造
- 1 0 9 応力緩和部分
- 2 0 1 メンブレン母材
- 2 0 2 遮光膜
- 3 0 1 応力緩和部分
- 3 0 2 メンブレン母材
- 3 0 3 中間層
- 3 0 4 詰め物構造
- 4 0 1 段差構造
- 4 0 2 応力緩和部分
- 6 0 1 弾性ヒンジ構造
- 6 0 2 応力緩和部分
- 6 0 3 境界部分
- 6 0 4 支持体
- 7 0 1 アクチュエーター
- 7 0 2 平行板バネ
- 7 0 3 板バネ

【書類名】 図面

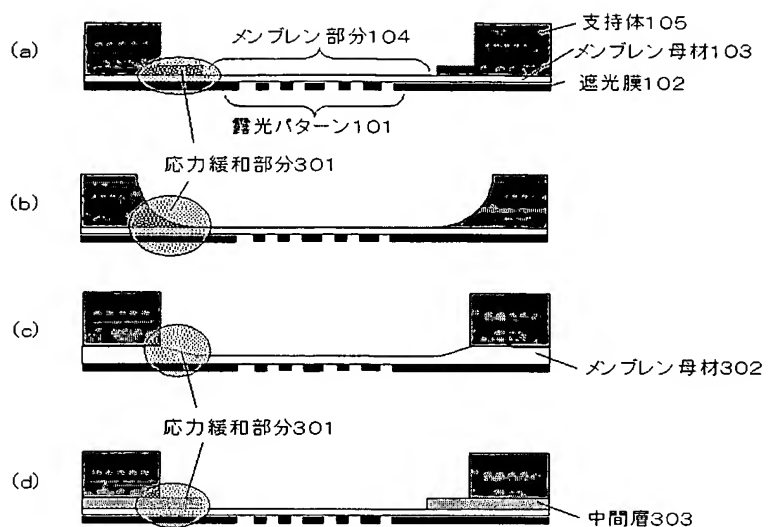
【図 1】



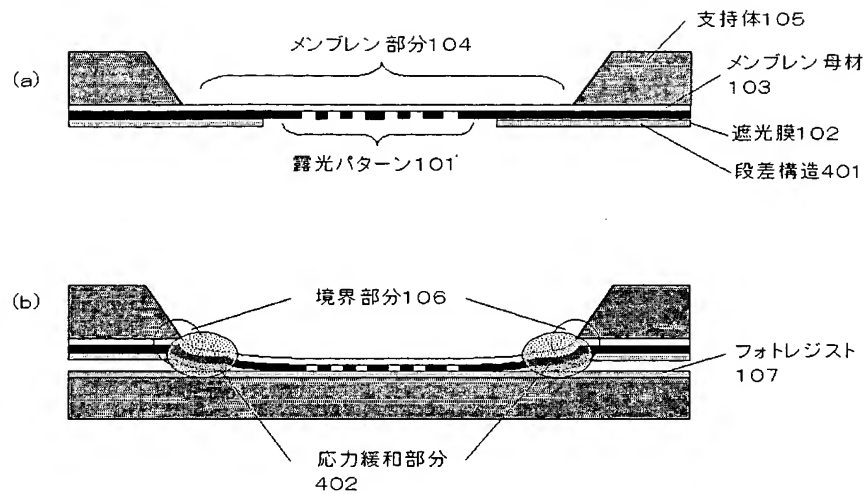
【図 2】



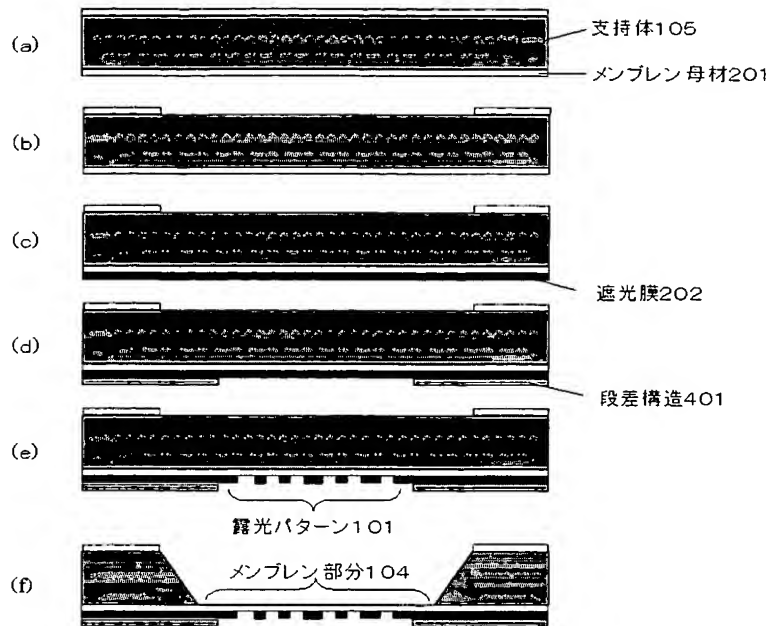
【図 3】



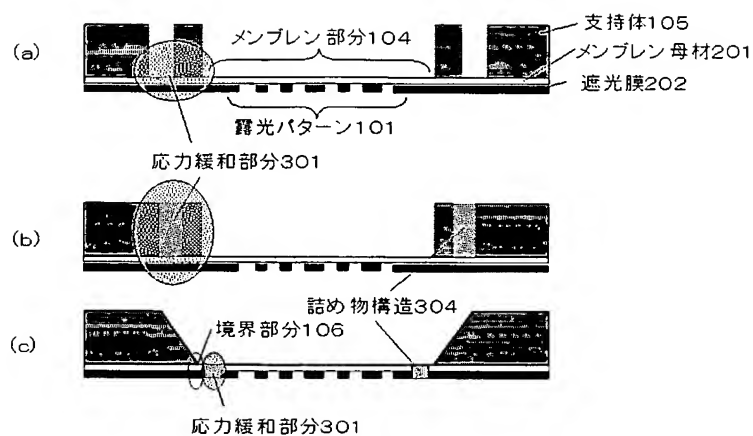
【図 4】



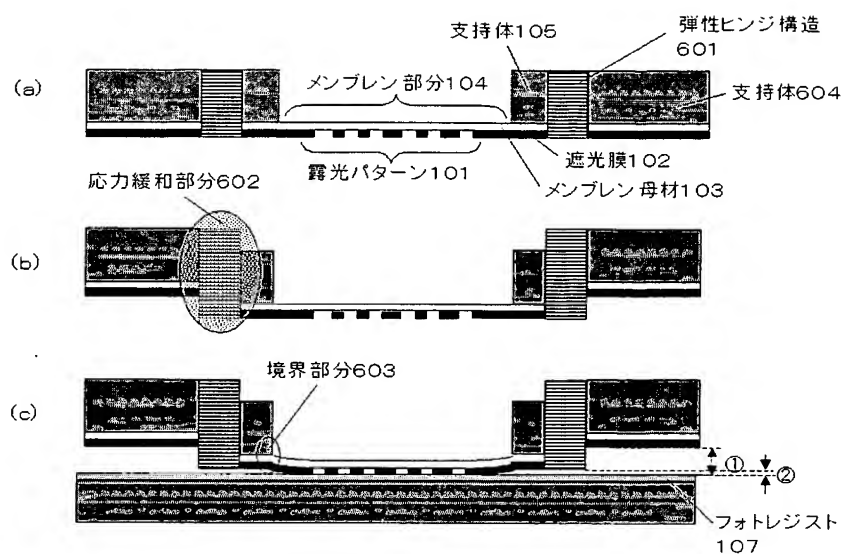
【図 5】



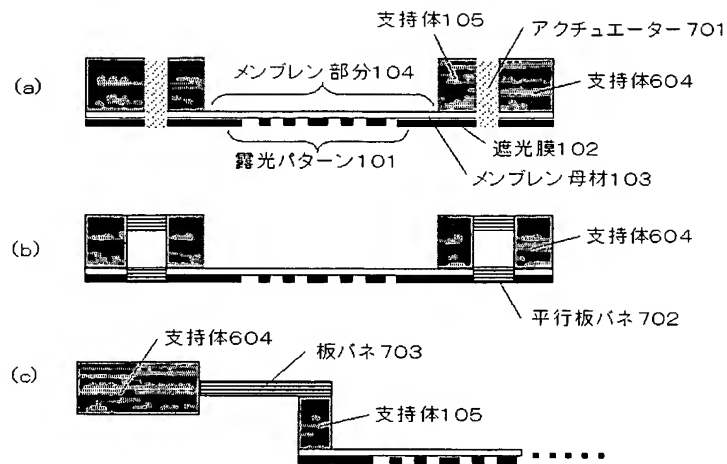
【図 6】



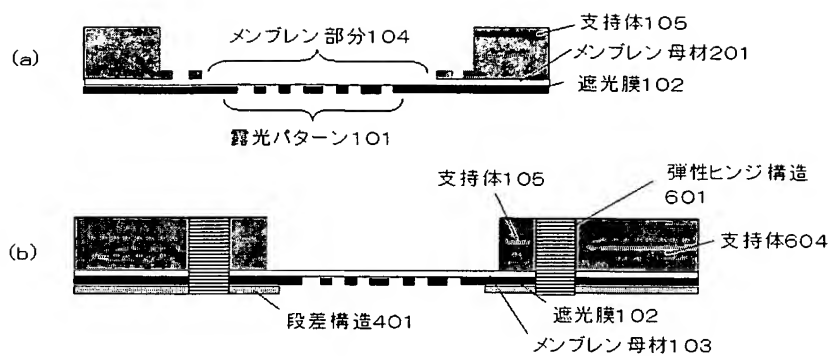
【図 7】



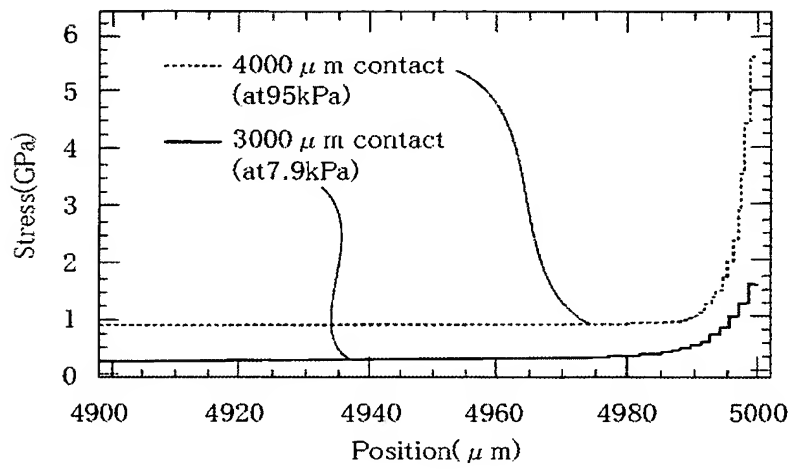
【図 8】



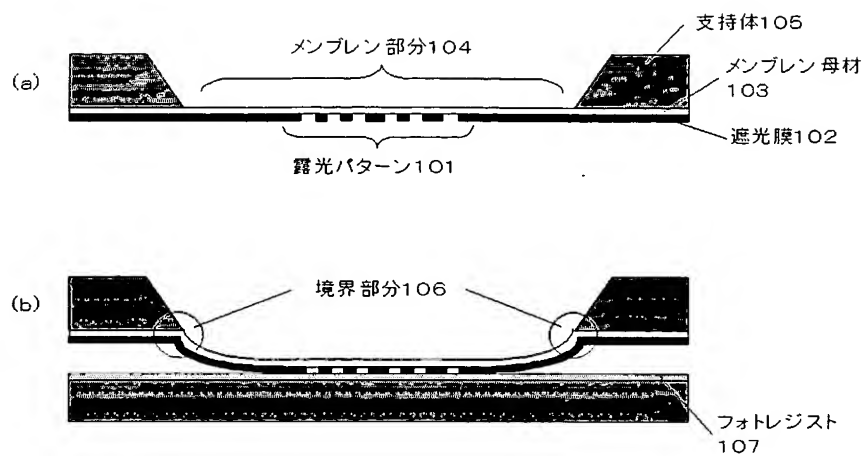
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 メンブレン部分が撓む際に支持体とメンブレン部分との境界部分にできる応力が、局所的に集中してマスクが破壊されることを防止する。

【解決手段】 支持体と、該支持体に支持され、微小開口を有する遮光膜を一方の面に設けたメンブレン部分とを有する近接場露光用フォトマスクにおいて、メンブレン部分が撓む際に、メンブレン部分と支持体との境界に生じる応力を緩和する構造を有していることを特徴とする近接場露光用フォトマスクを提供する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 4 2 0 9 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 大 田 区 下 丸 子 3 丁 目 3 0 番 2 号

氏 名

キヤノン株式会社